

**DISEÑO Y EVALUACION DE COSTOS PARA LA ELABORACION DE UN  
EQUIPO DE LAVADO DE TANQUES DE COMBUSTIBLE DIESEL, PARA  
AUTOMOTORES**

**HARVEY BRAND RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA  
INGENIERIA MECATRONICA  
SANTIAGO DE CALI**

**2011**

**DISEÑO Y EVALUACION DE COSTOS PARA LA ELABORACION DE UN  
EQUIPO DE LAVADO DE TANQUES DE COMBUSTIBLE DIESEL, PARA  
AUTOMOTORES**

**HARVEY BRAND RODRIGUEZ**

**Pasantía para optar al título de  
Ingeniero Mecatrónico**

**Director**

**JIMMY TOMBÉ ANDRADE  
Ingeniero Eléctricista**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA**

**INGENIERIA MECATRONICA**

**SANTIAGO DE CALI**

**2011**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico.**

**JESÚS ALFONSO LOPEZ SOTELO**

**Jurado**

**JUAN CARLOS MENA MORENO**

**Jurado**

**Santiago de Cali, 29 de Agosto de 2011**

**A mi hijo, por él y para él.....**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposa, por su paciencia, apoyo y ayuda.

A mis padres, por su apoyo incondicional.

A mis hermanos, por su constante interés y motivación.

A mi familia política, por su apoyo.

A los profesores, Jimmy Tombé, y Jesús Alfonso López, por su constante ayuda.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>19</b>
<b>3. MARCO TEORICO</b>	<b>20</b>
<b>3.1 SISTEMA DE INYECCION</b>	<b>20</b>
<b>3.1.1 Bomba de inyección</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2 Filtros</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3 Inyectores</b>	<b>24</b>
<b>3.1.4 Tanque de almacenamiento y alimentación de combustible</b>	<b>26</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>28</b>

<b>4.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>28</b>
<b>4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>28</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>29</b>
<b>6. ETAPAS DEL PROYECTO</b>	<b>30</b>
<b>6.1 DETERMINAR LA NECESIDAD Y LOS REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA DE IMPLEMENTAR UN NUEVO SERVICIO DE LAVADO DE TANQUES</b>	<b>30</b>
6.1.1 Recolección de información	30
6.1.2 Requerimientos para el servicio	31
6.1.3 Análisis de información y conclusión	31
<b>6.2 DISEÑO DEL EQUIPO DE LAVADO DE TANQUES</b>	<b>32</b>
6.2.1 Determinar las necesidades para el diseño del equipo de lavado de tanques de combustible	32
6.2.2 Especificaciones preliminares	33
6.2.3 Benchmarking	35

<b>6.2.4 Valores Preliminares</b>	<b>37</b>
<b>6.2.5 Generación de conceptos</b>	<b>38</b>
<b>6.2.6 Búsqueda</b>	<b>40</b>
<b>6.2.7 Árboles de clasificación</b>	<b>43</b>
<b>6.2.8 Combinación de conceptos</b>	<b>45</b>
<b>6.2.9 Selección de conceptos</b>	<b>45</b>
<b>6.2.10 Especificaciones Finales</b>	<b>47</b>
<b>6.2.11 Arquitectura del producto</b>	<b>48</b>
<b>6.2.12 Esquema del producto</b>	<b>49</b>
<b>7. DISEÑO INDUSTRIAL</b>	<b>51</b>
<b>7.1 ERGONOMÍA</b>	<b>51</b>
<b>7.2 ESTÉTICA</b>	<b>51</b>



<b>7.3 CLASIFICACIÓN DEPENDIENDO DE LA NATURALEZA DEL PRODUCTO</b>	<b>52</b>
<b>8. DISEÑO PARA MANUFACTURA</b>	<b>53</b>
<b>8.1 COMPONENTES FUNDAMENTALES DEL EQUIPO</b>	<b>53</b>
<b>8.2 LISTA DE COMPONENTES</b>	<b>55</b>
<b>9. PROTOTIPADO</b>	<b>56</b>
<b>10. ANALISIS DE COSTO / BENEFICIO CORRESPONDIENTE A LA POSIBLE ELABORACIÓN DEL EQUIPO E IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO</b>	<b>58</b>
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1. Sistema de inyección diesel</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2. Ejemplo de oxidación de piezas debido al agua en el combustible</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3. Ejemplo bomba lineal</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4. Ejemplo bomba Rotativa</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5. Combustible pulverizado</b>	<b>25</b>
<b>Figura 6. Ejemplo toberas</b>	<b>25</b>
<b>Figura 7. Ejemplo inyector</b>	<b>25</b>
<b>Figura 8. Caja negra</b>	<b>39</b>
<b>Figura 9. Descomposición de la caja negra</b>	<b>39</b>
<b>Figura 10. Equipo Xinbaodi</b>	<b>40</b>
<b>Figura 11. Equipo Algae X MTC 500</b>	<b>41</b>

<b>Figura 12. Equipo JD Ingeniería</b>	<b>42</b>
<b>Figura 13. Diagrama de succión</b>	<b>43</b>
<b>Figura 14. Diagrama de pre filtrado</b>	<b>43</b>
<b>Figura 15. Diagrama etapa de filtrado</b>	<b>44</b>
<b>Figura 16. Descomposición funcional</b>	<b>44</b>
<b>Figura 17. Combinación de conceptos</b>	<b>45</b>
<b>Figura 18. Elementos físicos y funcionales</b>	<b>48</b>
<b>Figura 19. Esquema del producto</b>	<b>49</b>
<b>Figura 20. Agrupación de los elementos del esquema del producto</b>	<b>49</b>
<b>Figura 21. Interacción entre elementos físicos</b>	<b>50</b>
<b>Figura 22. Valoración ergonómica</b>	<b>51</b>
<b>Figura 23. Valoración estética</b>	<b>51</b>

<b>Figura 24. Naturaleza del producto</b>	<b>52</b>
<b>Figura 25. Filtro tipo turbina Racor serie 1000FH</b>	<b>54</b>
<b>Figura 26. Prototipo general vista lado derecho</b>	<b>56</b>
<b>Figura 27. Prototipo general vista lado izquierdo</b>	<b>56</b>
<b>Figura 28. Prototipo general vista frontal</b>	<b>57</b>
<b>Figura 29. Diagrama de flujo de dinero</b>	<b>59</b>
<b>Figura 30. Diagrama de ingreso neto anual</b>	<b>60</b>

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1. Identificación de necesidades</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 2. Jerarquización de necesidades</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 3. Lista de métricas</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 4. Necesidades Vs métricas</b>	<b>34</b>
<b>Cuadro 5. Benchmarking</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro 6. Comparación de métricas con otros productos</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro 7. Valores ideales y valores marginales</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 8. Valores preliminares</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 9. Necesidades para la generación de conceptos</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro 10. Matriz de tamizaje</b>	<b>46</b>

<b>Cuadro 11. Matriz para evaluar conceptos</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 12. Especificaciones finales</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 13. Lista de componentes</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 14. Inversión inicial</b>	<b>58</b>
<b>Cuadro 15. Costos de operación</b>	<b>58</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A. Tabla de especificaciones técnicas del filtro</b>	<b>64</b>
<b>Anexo B. Identificación de las partes del filtro</b>	<b>65</b>
<b>Anexo C. Instrucciones para el montaje filtro</b>	<b>66</b>
<b>Anexo D. Especificaciones y partes de la motobomba</b>	<b>67</b>
<b>Anexo E. Medidas de la motobomba</b>	<b>69</b>
<b>Anexo F. Tabla de factores de interés compuesto</b>	<b>70</b>

## **RESUMEN**

El objetivo de este proyecto es generar una propuesta de diseño y presupuesto viable para la elaboración de un equipo de lavado de tanques de combustible diesel para automotores, que permita complementar el servicio de mantenimiento de sistemas de inyección diesel que actualmente se presta en la empresa, utilizando una nueva tecnología.

Para el desarrollo del proyecto, se realizó una exhaustiva investigación sobre todo lo relacionado con las causas del deterioro en los sistemas de inyección de combustible en los motores diesel, esto con el fin de definir la necesidad de prestar un nuevo servicio en la empresa. Sabiendo que la necesidad de implementar el nuevo servicio es razonable, se empieza con el proceso de diseño del equipo requerido para satisfacer dicha necesidad.

Partiendo de la identificación de necesidades para el diseño de este equipo, se estableció la metodología a seguir para llegar a un equipo, eficiente, y a un muy bajo costo en comparación con el mercado, con el que se puede cumplir con éxito los objetivos de este proyecto.



## INTRODUCCIÓN

Es conocido por todos el gravísimo efecto que ha tenido la mala calidad de los combustibles producidos en el país. Sus efectos nocivos en el medio ambiente y en la salud de las personas son predecibles cuando se sabe que la calidad del combustible está muy por debajo de los estándares internacionales. Y aunque los efectos más graves siempre serán los relacionados con la salud del planeta y sus habitantes, la mala calidad del Diesel también repercute sobre la economía, como sobrecostos por mayor consumo en los vehículos y elevados gastos de mantenimiento, causados por el deterioro de los equipos.<sup>1</sup>

Con el fin de evitar los problemas anteriormente mencionados y en busca de complementar el servicio prestado en la empresa de mantenimiento de sistemas de inyección diesel, se plantea la necesidad de generar una propuesta de diseño y presupuesto viable para la elaboración de un equipo de lavado de tanques de combustible diesel para automotores, que permita complementar el servicio de mantenimiento de sistemas de inyección diesel que actualmente se presta en la empresa.

Lo anterior se logra mediante una previa investigación acerca de los efectos del combustible sucio en el sistema de inyección, con el fin de identificar las necesidades de la empresa y posteriormente generar posibles diseños con diferentes componentes y características, seleccionando el más adecuado, que cumpla con los requerimientos planteados y satisfaga las necesidades anteriormente identificadas, limitados por un presupuesto muy estricto.

---

<sup>1</sup> **GUEVARA LOPEZ, Luis Alfonso.** Lo que sucede cuando se quema combustible diesel. En Asuntos Diesel: Diesel limpio para su camión. Agosto, 2009. No. 22. p 6 – 7

## 1. JUSTIFICACION

En los tanques de almacenamiento de combustible se produce permanentemente el fenómeno de condensación de agua por dos razones principales: la variación de temperatura y la presencia de un diesel con alto contenido de azufre. En ambos casos el aire presente permite la formación de agua, iniciando un recorrido al fondo del tanque, por ser más pesada que el combustible. En este recorrido, parte del agua va emulsificando el combustible, con lo cual resta su capacidad detonante lo que significa: combustión incompleta, pérdida de potencia, hollín, carbonación de la cámara de combustión y mayor consumo de combustible, entre otras. A su vez, el agua que llega al fondo del tanque, facilita el crecimiento y reproducción acelerada de hongos, bacterias, y levaduras que forman unas “natas” que tapan filtros, bomba e inyectores.<sup>2</sup>

Debido a esto la empresa se ve en la necesidad de aumentar su portafolio de servicios, ya que se han presentado diferentes casos de garantías por servicios prestados, de las cuales se pudo determinar que no eran realmente garantías por dichos servicios si no que era falta de mantenimiento en la parte del almacenamiento del combustible. Por eso se decide diseñar un equipo portátil para realizar el lavado de tanques, y evaluar su presupuesto para saber si es rentable o no, construirlo.

---

<sup>2</sup> **SANTOS ISAZA, Fernando.** Causas, impacto y prevención de la contaminación microbial del diesel - Parte I. En Asuntos Diesel: Diesel + Agua: Otra solución en proceso. Abril, 2009. No. 20. p 18 – 20

## **2. ANTECEDENTES**

Localmente los avances son pocos ya que el procedimiento se hace manualmente, sin el uso de ninguna clase de equipo, este procedimiento realizado de esa manera es sumamente dispendioso, ya que consiste en bajar el tanque que en algunos carros es sumamente difícil, después lo sacuden con ACPM y lo desocupan repetidas ocasiones hasta que se vea el combustible más o menos limpio, sin ninguna clase de filtro.

A nivel nacional e internacional el mercado ofrece alternativas para realizar este procedimiento, pero son muy costosas, debido a esto deja de ser rentable para la empresa ya que el tiempo en el que se recupera la inversión sería muy largo.

### **3. MARCO TEORICO**

La calidad del combustible diesel en Colombia está muy por debajo de los estándares internacionales en cuanto a partes por millón de contenido de azufre, aunque se ha ido mejorando gracias a la ley 1205 de 2008, que busca reducir estos niveles en el diesel que se distribuye en Colombia, sigue siendo mucha la diferencia entre los estándares internacionales, y los niveles que se presentan en Colombia. Los niveles han bajado de 1200ppm a 500ppm en Bogotá, y en el resto del país de 4000ppm a 3000ppm y seguirán bajando para lograr que en el 2013 estén a la par de los estándares internacionales que dicen que el nivel aceptable es de 50 ppm.<sup>3</sup>

Aunque hemos tenido un avance significativo, no es suficiente para lograr un buen desempeño en los automotores, y por eso se presentan muchos daños, ya que el sistema de inyección sufre por la mala calidad del diesel.

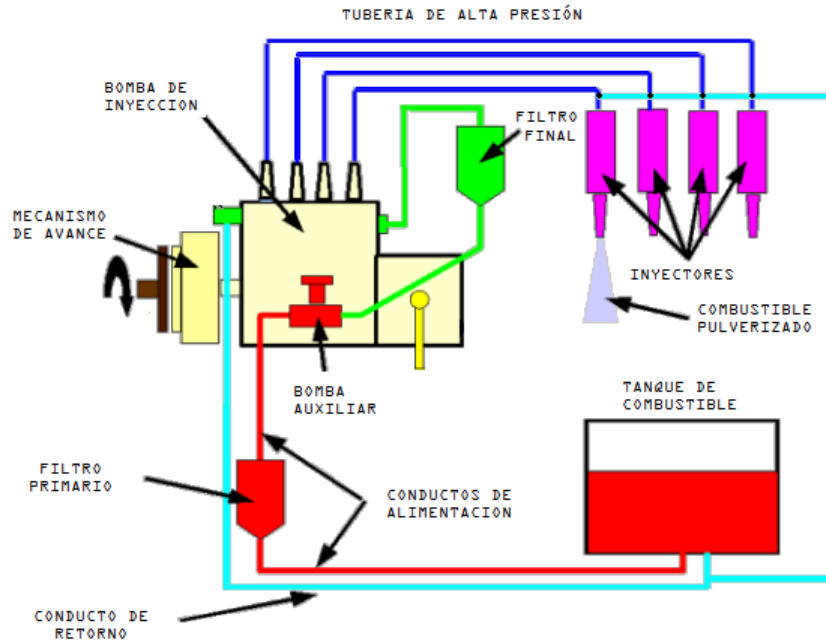
#### **3.1 SISTEMA DE INYECCION**

El sistema de inyección está compuesto por los siguientes elementos: Tanque de almacenamiento, filtros, tubería de alta presión, bomba de inyección e inyectores, como se muestra en la figura 1, estos últimos, la bomba de inyección e inyectores, son muy sensibles a la contaminación que presente el combustible, ya que cualquier partícula considerable puede causar un daño muy grave, además del agua que siempre oxida las partes (figura 2), que necesitan constante lubricación para poder funcionar correctamente.

---

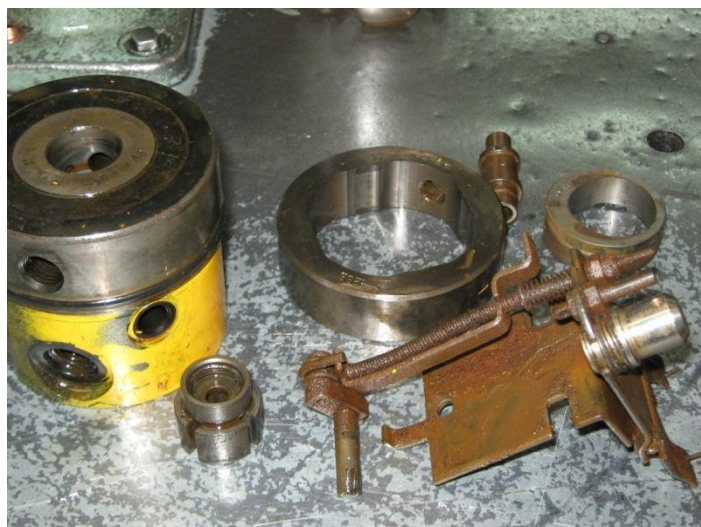
<sup>3</sup> Mejoramiento de la calidad de los combustibles en el país [en línea]. . Bogotá D.C.: Ministerio de minas y Energía, 2009 [consultado 10 de Junio de 2009]. Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/CALIDAD%20DE%20COMBUSTIBLES.pdf>

**Figura 1. Sistema de inyección diesel**



**Fuente:** Sistema de Alimentación [en línea]. . [Consultado Agosto 11 de 2009]. Disponible en internet: <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyecciondiesel.html>

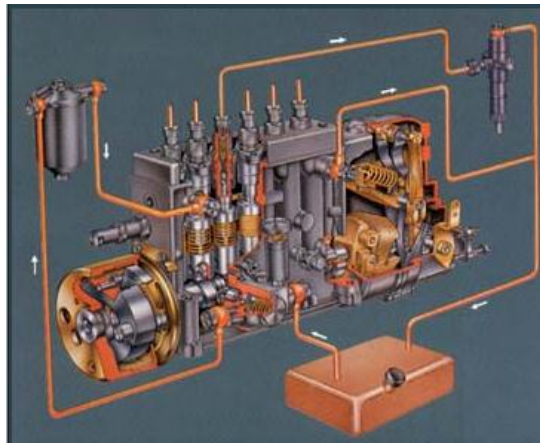
**Figura 2. Ejemplo de oxidación de piezas debido al agua en el combustible**



**3.1.1 Bomba de inyección.** La bomba de inyección realiza la función de entregar combustible a alta presión a los inyectores en el orden de encendido del motor. El sobrante de la bomba de combustible se recibe desde una válvula de retorno y pasa por el tubo de retorno hasta el tanque. En automotores encontramos dos tipos principales de bombas de inyección, estas son: Lineales y rotativas. Estas bombas de inyección poseen un cuerpo independiente y un eje interior propio. Son accionadas de manera síncrona generalmente desde el cigüeñal o desde los engranajes de la distribución. De ellas salen tantas tuberías de inyección como cilindros tiene el motor hasta los inyectores.

- **Bombas lineales.** Estas bombas disponen por cada cilindro del motor de un elemento de bombeo que consta de cilindro de bomba y de émbolo de bomba. El émbolo de bomba se mueve en la dirección de suministro por el árbol de levas accionado por el motor, y retrocede empujado por el muelle del émbolo. Los elementos de bomba están dispuestos en línea. La carrera de émbolo es invariable. Para hacer posible una variación del caudal de suministro, existen en el émbolo aristas de mando inclinadas, de forma tal que al girar el émbolo mediante una varilla de regulación, resulte la carrera útil deseada. Entre la cámara de alta presión de bomba y el comienzo de la tubería de impulsión, existen válvulas de presión adicionales según las condiciones de inyección. Estas válvulas determinan un final de inyección exacto, evitan inyecciones ulteriores en el inyector y procuran un campo característico uniforme de bomba.

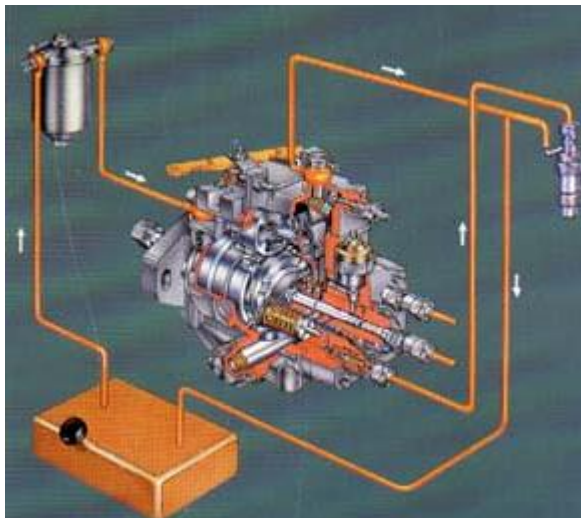
**Figura 3. Ejemplo bomba lineal**



**Fuente:** Diesel injection PE type pump [en línea]. . [Consultado Agosto 11 de 2009] Disponible en internet: <http://www.paul128.co.kr/paul/autopart/injection/doowon2.html>

- **Bombas rotativas.** Las bombas rotativas o del tipo distribuidor tienen un solo elemento para impulsar el combustible hacia el inyector de cada cilindro del motor; este se llama cabezote y gira arrastrado por el cigüeñal mediante engranajes, piñón y cadena o correa dentada de forma igual como ocurre en las bombas en línea para girar el eje de levas. Este cabezote impulsa el combustible y lo distribuye en cada circuito de presión a cada cilindro del motor que se halla en fase de compresión de acuerdo con el orden de inyección que tiene el motor.

**Figura 4. Ejemplo bomba rotativa**



**Fuente:** Diesel injection VE type pump [en línea]. . [Consultado Agosto 11 de 2009] Disponible en internet: <http://www.paul128.co.kr/paul/autopart/injection/doowon1.html>

**3.1.2 Filtros.** Uno de los aspectos más importantes para el perfecto funcionamiento del motor diesel lo representa el filtrado del combustible. Si se tiene en cuenta que las tolerancias entre los elementos móviles en las bombas de inyección y los propios inyectores llegan a ser del orden de 3 milésimas de milímetro y que sus superficies lisas deben asegurar sellado total, se entiende que las partículas más pequeñas pueden provocar depósitos, erosiones y en definitiva deterioraciones capaces de perjudicar sensiblemente el sistema de inyección y consecuentemente al buen funcionamiento del motor.

Ya que el diesel es un combustible pesado y viscoso puede mantener en suspensión gran cantidad de partículas solidas si no ha tenido un largo periodo de

sedimentación. Para eliminarlas con la mayor efectividad posible cabe pues establecer todo un proceso de filtrado que empieza en el tanque de almacenamiento y alimentación de combustible desde el momento de llenado.

Se encuentran dos tipos de elementos filtrantes: los pre-filtros y los filtros.

Los primeros pueden hallarse ya en el tubo de aspiración del combustible, y a la entrada de la bomba auxiliar.

Los segundos, los filtros, se encuentran entre la bomba auxiliar o de alimentación, y la bomba de inyección.

Las características principales que deben reunir los filtros son:

- Larga vida útil antes de ser cambiado o limpiado.
- Deben retener el agua y las partículas del orden de cinco micras.
- Deben ser capaces de realizar su función a una baja presión.
- Con el menor volumen posible, deben presentar una gran superficie de filtrado.

**3.1.3 Inyectores.** El inyector es la parte terminal del sistema de inyección de un motor diesel, están constituidos por un racor dotado de un conducto muy delgado en el centro el cual recibe el combustible a presión a través de un tubo proveniente de la bomba de inyección, lo pulveriza y homogeniza por medio de la tobera y lo envía a la cámara de combustión o en algunos motores diesel a una antecámara para producir la combustión.

Existe una gran variedad de inyectores, dependiendo estos del sistema de inyección y del tipo de cámara de combustión que utilice cada motor, aunque todos tienen principio de funcionamiento similar.



**Figura 5. Combustible pulverizado**



**Fuente:** Sistema de inyección diesel [en línea]. [Consultado Agosto 11 de 2009] Disponible en internet: <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyectores.html>

**Figura 6. Ejemplo toberas**



**Fuente:** Sistema de inyección diesel [en línea]. [Consultado Agosto 11 de 2009] Disponible en internet: <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyectores.html>

**Figura 7. Ejemplo Inyector**



**Fuente:** Servicios [en línea]. . Argentina [Consultado Agosto 11 de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.lopezylopez.com.ar/servicios.php>

**3.1.4 Tanque de almacenamiento y alimentación de combustible.** El tanque de combustible sirve para almacenar el combustible con el que se alimenta el sistema de inyección.

El tanque de combustible, debido al agua y a la entrada de aire, presenta oxidación, además de formación de “natas”, entran bacterias, y se producen hongos.

Muy pocos usuarios del diesel reconocen el impacto económico que tiene la contaminación microbial sin control. Estos efectos pocas veces son identificados por los operadores como causas de los problemas de estabilidad y pobre desempeño del combustible. Estos problemas a los que se hace referencia surgen de los efectos directos e indirectos de la contaminación microbial en los tanques diesel.

Efectos directos:

- Ataque metabólico de los hidrocarburos y las moléculas de aditivos.
- Producción metabólica tensoactiva
- Producción de ácidos orgánicos
- Reducción de sulfatos / producción de sulfuros
- Producción de Biomasa
- Formación de Biofilm.

Efectos indirectos:

- Corrosión de influencia microbial (MIC)
- Formación de lodos
- Acumulación de ácidos orgánicos
- Despolarización de las superficies metálicas causadas por la generación de hidrogeno.
- Obstrucción de las líneas de transferencia.
- Saturación de filtros
- Desgaste del motor
- Acumulación de depósitos corrosivos en el sistema de inyección. (Tubería, bomba, e inyectores)
- Pérdida de la eficiencia del combustible.
- Cambio de las propiedades del combustible: Color, punto de goteo, punto de evaporación, estabilidad térmica.
- Pérdida del desempeño de los aditivos.

Para evitar estos efectos directos e indirectos, se recomienda realizar un mantenimiento y tratamiento al tanque de almacenamiento, por medio de una diálisis, para remover mediante filtración, toda la biomasa producto de la contaminación. Esta diálisis se hace mediante un equipo con la capacidad para movilizar todo el combustible del tanque.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> SANTOS ISAZA, Fernando. La importancia de limpiar los tanques diesel. En: Asuntos Diesel: Un campo para el agro. Abril, 2008. No. 14. p. 22 - 23.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Generar una propuesta de diseño y presupuesto viable para la elaboración de un equipo de lavado de tanques de combustible diesel para automotores, que permita complementar el servicio de mantenimiento de sistemas de inyección diesel que actualmente se presta en la empresa.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la necesidad de la empresa de implementar un nuevo servicio de lavado de tanques.
- Establecer los requerimientos para el servicio y las especificaciones que debe tener el equipo a diseñar.
- Diseñar un equipo que cumpla con las especificaciones establecidas en el objetivo anterior.
- Realizar el análisis de costo/beneficio correspondiente a la posible elaboración del equipo e implementación del servicio.

## **5. METODOLOGIA**

Para el desarrollo de este proyecto primero se debe determinar la necesidad de la empresa de implementar el servicio de lavado de tanques, lo cual se realizará teniendo en cuenta la cantidad de clientes que durante el año 2008 y 2009 realizaron reparación y/o mantenimiento de bomba de inyección y/o inyectores, la cantidad de los clientes que volvieron solicitando garantía y que se haya determinado que la causa de falla haya sido el combustible contaminado.

Una vez establecida la necesidad se procederá a determinar las opciones existentes a nivel local para analizar la competencia, se establecerán las especificaciones que debe tener el equipo para cumplir con los requerimientos del servicio a prestar. Con base a las especificaciones establecidas se hará la selección de los componentes, para así presentar un diseño del equipo, realizar el análisis costo beneficio para saber si es rentable la construcción del equipo y la implementación del servicio.

## **6. ETAPAS DEL PROYECTO**

### **6.1 DETERMINAR LA NECESIDAD Y LOS REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA DE IMPLEMENTAR UN NUEVO SERVICIO DE LAVADO DE TANQUES.**

**6.1.1 Recolección de información.** Teniendo en cuenta la información consignada en las fichas de trabajo se pudo recolectar los siguientes datos:

- Trabajos realizados en el año 2008:

Reparaciones: 20

Mantenimientos: 20

Total de trabajos realizados: 40

De estos trabajos retornaron por garantías doce (12) clientes clasificados de la siguiente manera:

Problemas técnicos ajenos a la empresa: 6

Clientes que dejan acabar el combustible: 2

Ajustes menores en el automotor: 4

De estas garantías solo dos (2), se podrían tomar en cuenta para la información que necesitamos, ya que al dejar acabar el combustible la bomba de inyección absorbe todo el lodo que hay en el fondo del tanque.

- Trabajos realizados en el año 2009:

Reparaciones: 32

Mantenimientos: 57

Total de trabajos realizados: 89

De estos trabajos retornaron por garantías veintisiete (27) clientes clasificados de la siguiente manera:

Problemas técnicos ajenos a la empresa: 13

Clientes que dejan acabar el combustible: 5

Ajustes menores en el automotor: 9

De estas garantías solo cinco (5), se podrían tomar en cuenta para la información que necesitamos, ya que al dejar acabar el combustible la bomba de inyección absorbe todo el lodo que hay en el fondo del tanque.

**6.1.2 Requerimientos para el servicio.** Los requerimientos para prestar el servicio en realidad son pocos, es solo tener el equipo ya que el personal que labora en la empresa estaría capacitado para prestar dicho servicio, además en la empresa se cuenta con la planta física para esto.

**6.1.3 Análisis de información y conclusión.** Ya que la tasa de retorno de clientes por garantías en las cuales se detecta que el combustible de mala calidad es el problema, es muy baja entonces procedemos a realizar una encuesta de una sola pregunta para saber cuántos clientes estarían dispuestos a tomar el servicio de lavado de tanque.

La encuesta es la siguiente:

1. ¿Estaría dispuesto a tomar el servicio de lavado de tanque prestado por el laboratorio diesel del sur?

La ficha técnica es la siguiente:

Número de encuestas realizadas: 40

Método : Telefónicamente y presencial

La encuesta se realizó a clientes de la empresa, mayores de 20 años propietarios de vehículos diesel.

Los resultados de la encuesta nos dice que el 70% de las personas encuestadas aceptarían tomar el servicio de lavado de tanques, el 30% restante tendrían que esperar al momento de realizarles algún trabajo para decidir si lo hacen o no.

Aparte de esta encuesta procedimos a verificar la razón inicial por la cual llegan los clientes al laboratorio buscando una reparación y pudimos ver que el 95% de

las causas es el combustible contaminado, el 5% restante es por desgaste. Con este dato podemos ofrecer el servicio como obligatorio para obtener una garantía

## **6.2 DISEÑO DEL EQUIPO DE LAVADO DE TANQUES**

Utilizando los métodos de diseño aprendidos en la carrera se procederá a diseñar el equipo, teniendo en cuenta los componentes existentes en el mercado que cumplan con las especificaciones requeridas. Tratando que sea un diseño económico y funcional para la empresa.

### **6.2.1 Determinar las necesidades para el diseño del equipo de lavado de tanques de combustible.**

**Cuadro 1. Identificación de necesidades.**

<b>N°</b>	<b>Necesidad</b>
<b>1</b>	Que sea económico
<b>2</b>	Que sea rápido
<b>3</b>	Que sea eficiente
<b>4</b>	Que sea fácil de usar
<b>5</b>	Que sea portable
<b>6</b>	De bajo consumo de energía
<b>7</b>	Fácil adquisición de repuestos
<b>8</b>	De fácil mantenimiento
<b>9</b>	De uso seguro



**Cuadro 2. Jerarquización de necesidades.**

<b>N°</b>	<b>Necesidad</b>	<b>Importancia</b>
<b>1</b>	Que sea económico	5
<b>2</b>	Que sea rápido	4
<b>3</b>	Que sea eficiente	4
<b>4</b>	Que sea fácil de usar	3
<b>5</b>	Que sea portable	4
<b>6</b>	De bajo consumo de energía	1
<b>7</b>	Fácil adquisición de repuestos	4
<b>8</b>	De fácil mantenimiento	4
<b>9</b>	De uso seguro	5

### 6.2.2 Especificaciones preliminares

**Cuadro 3. Lista de Métricas**

<b>No.</b>	<b>No. Necesidades</b>	<b>Métrica</b>	<b>Importancia</b>	<b>Unidad</b>
1	1, 6, 7	Costos	5	\$
2	2, 3	Eficiencia	5	%
3	4, 5	Fácil Manejo	3	Subjetivo
4	7, 8	Fácil Mantenimiento	4	Subjetivo
5	9	Seguridad	5	Alta/Baja

- Relación de las necesidades con las métricas.

**Cuadro 4. Necesidades vs Métricas**

No.	NECESIDADES	IMPORTANCIA	Peso Ponderado	Costos	Eficiencia	Fácil Manejo	Fácil Mantenimiento	Seguridad
1	Que sea económico	5	15%	9				
2	Que sea rápido	4	12%		3			
3	Que sea eficiente	4	12%		9			
4	Fácil de usar	3	9%			9		
5	Que sea portable	4	12%			9		
6	De bajo consumo de energía	1	3%	1				
7	Fácil adquisición de repuestos	4	12%	9			3	
8	De fácil mantenimiento	4	12%				9	
9	De uso seguro	5	15%					9
<b>TOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>2,41</b>	<b>1,41</b>	<b>1,85</b>	<b>1,41</b>	<b>1,32</b>

### 6.2.3 Benchmarking

**Cuadro 5. Benchmarking**

Necesidad		Importancia	Xinbaodi xbd-qxy	Algae X MTC MTC 500	JD Ingeniería Equipo de Lavado de Tanques	Talleres
1	Sea económico	5	1	1	1	1
2	Sea rápido	4	4	4	4	1
3	Sea eficiente	4	4	4	4	1
4	Fácil de usar	3	3	3	3	N.A
5	Sea portable	4	4	4	4	N.A
6	De bajo consumo de energía	1	1	1	1	N.A
7	Fácil adquisición de repuestos	4	1	1	4	N.A
8	De fácil mantenimiento	4	3	4	4	N.A
9	De uso seguro	5	5	5	5	N.A
	<b>TOTAL: 86</b>		26	27	30	3
	<b>Porcentaje relativo</b>		30,2%	31,4%	34,9%	3,5%

- Evaluación de las métricas con productos competidores.

**Cuadro 6. Comparación de métricas con otros productos.**

No.	Métrica	Importancia	Unidad	Xinbaodi xbd-qxy	Algae X MTC MTC 500	JD Ingeniería Equipo de Lavado de Tanques	Talleres
1	Costos	5	\$	6 Millones	10.5 Millones	7 Millones	N.A
2	Eficiencia	5	%	98%	98%	98%	30%
3	Fácil Manejo	3	Subjetivo	3	3	3	N.A
4	Fácil Mantenimiento	4	Subjetivo	1	1	4	N.A
5	Seguridad	5	Alta/Baja	Alta	Alta	Alta	Baja

- **Valores ideales y valores marginales**

**Cuadro 7. Valores ideales y valores marginales.**

<b>No.</b>	<b>No. Necesidades</b>	<b>Métrica</b>	<b>importancia</b>	<b>unidad</b>	<b>Valores Marginales</b>	<b>Valores Ideales</b>
1	1, 6, 7	Costos	5	\$	\$4.500.000	\$3.000.000
2	2, 3	Eficiencia	5	%	70%	100%
3	4, 5	Fácil Manejo	3	Subjetivo	Fácil	Fácil
4	7, 8	Fácil Mantenimiento	4	Subjetivo	Fácil	Fácil
5	9	Seguridad	5	Alta/Baja	Alta	Alta

#### **6.2.4 Valores preliminares.**

**Cuadro 8. Valores preliminares.**

<b>No.</b>	<b>Métrica</b>	<b>unidad</b>	<b>Valores</b>
1	Costos	\$	3.500.000
2	Eficiencia	%	80%
3	Fácil Manejo	Subjetivo	Fácil
4	Fácil Mantenimiento	Subjetivo	Fácil
5	Seguridad	Alta/Baja	Alta

### 6.2.5 Generación de Conceptos.

- **Clarificación del Problema**

Ante la necesidad de disminuir las solicitudes de garantías en los servicios prestados, por falta de mantenimiento a los tanques de combustible, por parte de los clientes, se plantea la opción de diseñar una maquina portátil de lavado de tanques, con el fin de ofrecer un servicio adicional y complementario a los servicios prestados en la empresa.

- **Descripción del problema:** Diseño y evaluación de costos para la elaboración de un equipo de lavado de tanques de combustible diesel para automotores.

- **Necesidades:**

**Cuadro 9. Necesidades para la generación de conceptos**

No.	Necesidad
1	Que sea económico
2	Que sea rápido
3	Que sea eficiente
4	Que sea fácil de usar
5	Que sea portable
6	De bajo consumo de energía
7	Fácil adquisición de repuestos
8	De fácil mantenimiento
9	De uso seguro

- Descomposición funcional

Figura 8. Caja negra

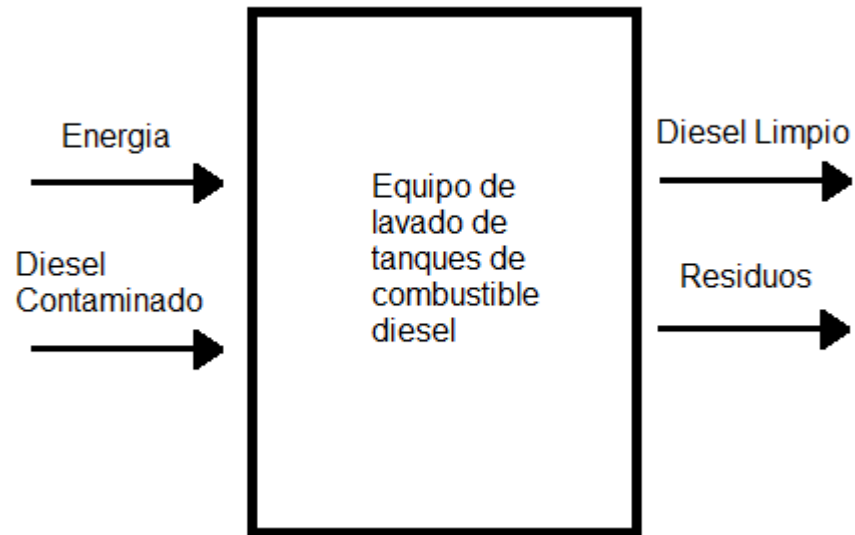
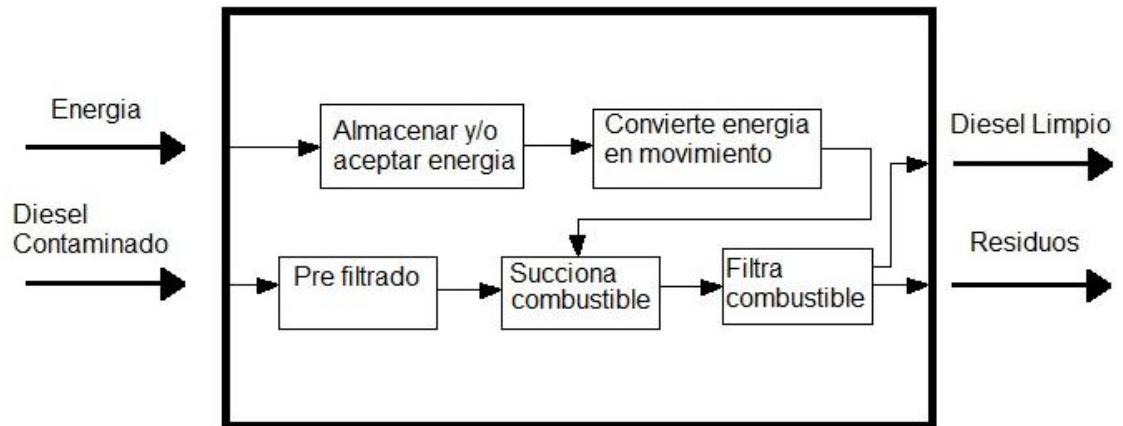


Figura 9. Descomposición de la caja negra



### 6.2.6 Búsqueda

- **Búsqueda externa**

- **Vías Utilizadas:**

- **Consulta a Expertos.** Técnico. Gustavo Serrano. Empresa: Laboratorio Diesel de Sur, Ing. Diego González. Empresa: Ingenio Mayagüez.

- **Literatura Especializada.** Asuntos Diesel.

- **Internet.** Como fuente de información amplia se uso para investigar los avances en este campo a nivel nacional y mundial.

La información encontrada corresponde a los diferentes equipos que se comercializan por fuera del país, ya que al interior, es muy poco o nada lo que se encuentra.

- **Benchmarking competitivo.** A nivel local no es posible hacerlo ya que en la ciudad no hay equipos de este tipo para realizar el procedimiento de limpieza de tanques, entonces no se puede comparar el diseño propuesto, ya que dicho procedimiento se hace de manera manual. Debido a esto se procederá a hacer la comparación con equipos existentes en el mercado internacional.

**Figura 10. Equipo Xinbaodi.**



**Fuente:** BD CQ tank cleaning machine [en línea]. China [Consultado Agosto 11 de 2009]. Disponible en internet: [http://taishanrabotti.en.alibaba.com/product/313841552-209384606/BD\\_CQ\\_tank\\_cleaning\\_machine.html](http://taishanrabotti.en.alibaba.com/product/313841552-209384606/BD_CQ_tank_cleaning_machine.html)



Este es un equipo comercializado en china, por esto es complicado la parte del mantenimiento, ya que los repuestos para los filtros se tendrían que mandar a hacer, y esto sale muy costoso.

Datos del Equipo:

Net dimension is 600x550x900mm.

Engine 220V/550W.

It have one coarse mesh filter(stainless steel), one fine mesh filter(fabric) in each barrel.

Requerimientos Eléctricos:

Voltaje 220 – 240 @ 50 Hz

**Figura 11. Equipo Algae X MTC 500.**



**Fuente:** Algae X [en línea]. USA [Consultado Agosto 11 de 2009]. Disponible en internet: <http://www.algae-x.net/products/mobile-tank-cleaning-systems/>

Datos del equipo:

Flow rate: 480 Gph

Voltaje Alimentación: 115 V @ 60Hz.

**Figura 12. Equipo JD Ingeniería**



**Fuente:** JD Ingeniería [en línea]. . Medellín – Colombia [Consultado Agosto 11 de 2009].  
Disponible en internet: <http://jdingeneria.tripod.com/>

Datos del Equipo:

Flow rate: 500Gph

Voltaje: 115 V

- **Búsqueda Interna.** Teniendo en cuenta los conceptos básicos de diseño, se generó una lluvia de ideas que llevó a plantear una solución factible para el diseño del equipo.
  - Succión del combustible
    - Motobomba eléctrica
    - Motobomba a gasolina
  - Pre filtrado
    - Filtro en Malla
  - Etapa de Filtrado
    - Filtro Spin on
    - Filtro tipo turbina
    - Filtro convencional

6.2.7 Árboles de clasificación

Figura 13. Diagrama de succión

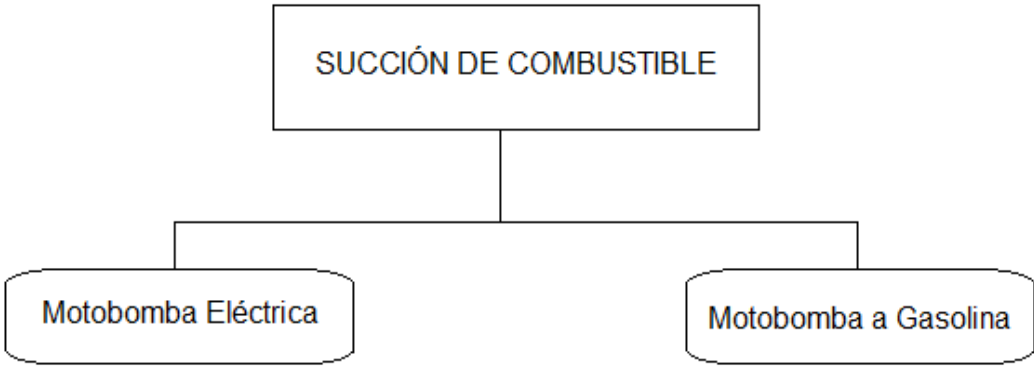
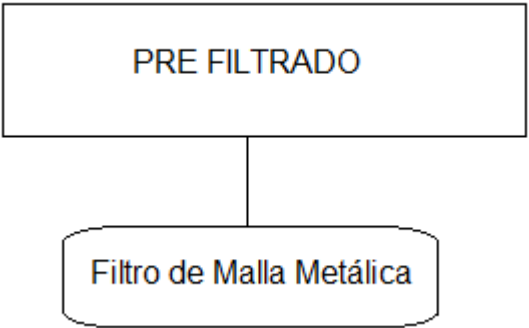
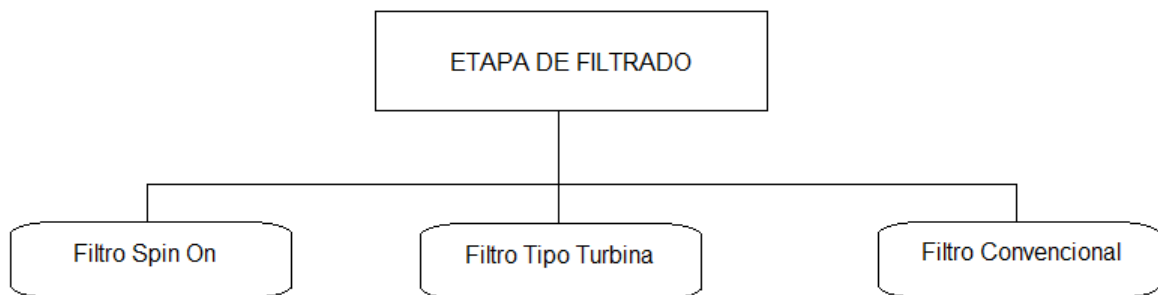


Figura 14. Diagrama de Pre Filtrado

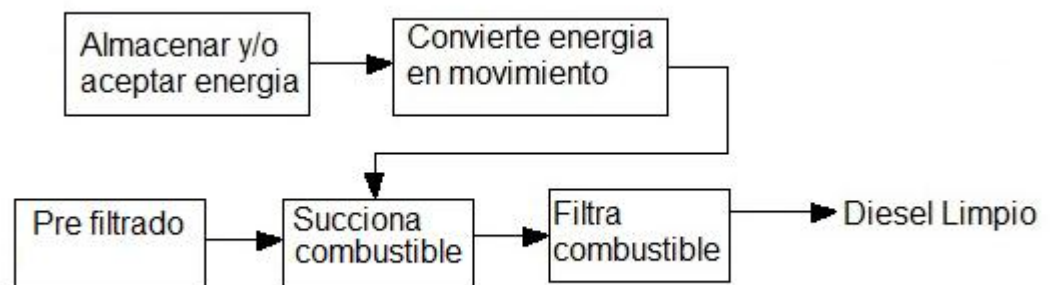


**Figura 15. Diagrama Etapa de Filtrado**



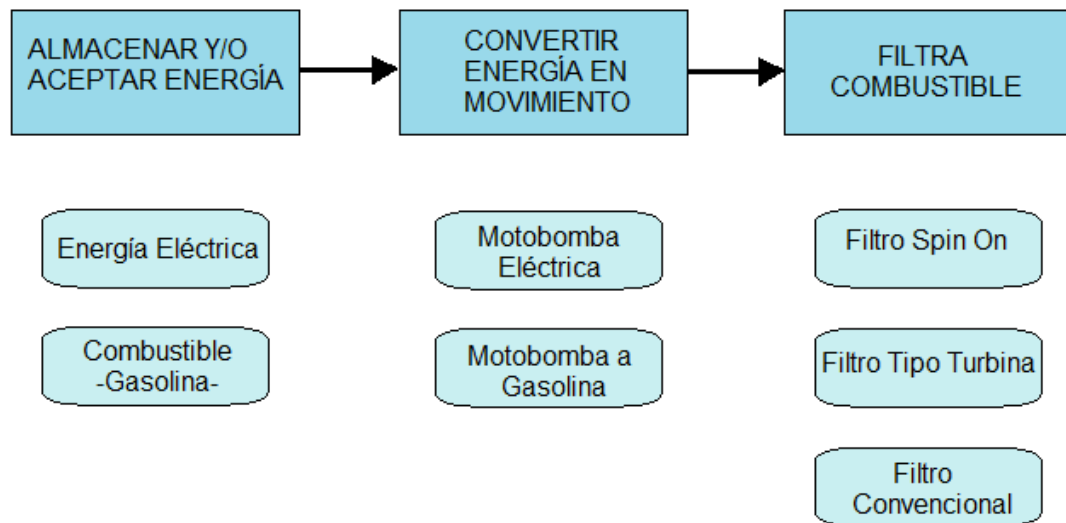
- Refinamiento de la Descomposición Funcional

**Figura 16. Descomposición Funcional**



### 6.2.8 Combinación de Conceptos

Figura 17. Combinación de Conceptos



Posibles combinaciones:

- Energía eléctrica – Motobomba eléctrica – Filtro spin on
- Energía eléctrica – Motobomba eléctrica – Filtro tipo turbina
- Energía eléctrica – Motobomba eléctrica – Filtro convencional
- Gasolina – Motobomba a gasolina – Filtro spin on
- Gasolina – Motobomba a gasolina – Filtro tipo turbina
- Gasolina – Motobomba a gasolina – Filtro convencional

**6.2.9 Selección de conceptos.** Considerando las posibles soluciones y analizando su viabilidad y disponibilidad de tecnología, se aplicó el método de pasa/no pasa y se escogieron los siguientes conceptos:

Concepto A: Energía eléctrica – Motor Eléctrico – Filtro Spin On

Concepto B: Energía eléctrica – Motor eléctrico – Filtro Tipo Turbina

Concepto C: Gasolina – Motor a Gasolina – Filtro Spin On

Concepto D: Gasolina – Motor a Gasolina – Filtro Tipo Turbina

- **MATRIZ DE TAMIZAJE**

Utilizamos la matriz de Tamizaje para seleccionar los conceptos más apropiados para continuar con el proceso de diseño, comparando con un concepto de referencia su cumplimiento con el criterio de selección así:

(+) Mejor que...

(-) Peor que...

(0) Igual que...

**Cuadro 10. Matriz de tamizaje.**

CRITERIOS DE SELECCIÓN	VARIANTES DE CONCEPTOS				
	A	B	C	D	E-REF
COSTO	+	+	-	-	0
EFICIENCIA	-	+	0	0	0
FACIL MANEJO	0	0	-	-	0
FACIL MANTENIMIENTO	+	+	-	-	0
SEGURIDAD	0	0	-	-	0
PORTABILIDAD	0	0	+	+	0
<b>POSITIVOS</b>	2	3	1	1	
<b>IGUALES</b>	3	3	1	1	
<b>NEGATIVOS</b>	1	0	4	4	
<b>TOTAL</b>	1	3	-3	-3	
<b>ORDEN</b>	2	1	3	4	
<b>CONTINUAR?</b>	SI	SI	NO	NO	

- **Matriz para evaluar conceptos**

Una vez seleccionados los conceptos anteriores, utilizamos la matriz para evaluar conceptos para definir cuál de ellos debe ser desarrollado, comparando entre ellos su cumplimiento a los criterios de selección:

(5) Mucho mejor que...

(4) Mejor que...

(3) Igual que...

(2) Peor que...

(1) Mucho peor que...

**Cuadro 11. Matriz para evaluar conceptos**

MATRIZ PARA EVALUAR CONCEPTOS		VARIANTES DE CONCEPTO			
		CONCEPTO A -REF		CONCEPTO B	
CRITERIO DE SELECCIÓN	PONDERACION	NOTA	CRITERIO PONDERADO	NOTA	CRITERIO PONDERADO
COSTO	19,2%	2	0,38	4	0,77
EFICIENCIA	19,2%	1	0,19	5	0,96
FACIL MANEJO	11,5%	3	0,35	3	0,35
FACIL MANTENIMIENTO	15,4%	3	0,46	3	0,46
SEGURIDAD	19,2%	3	0,58	3	0,58
PORTABILIDAD	15,4%	3	0,46	3	0,46
<b>TOTAL</b>	100,0%	2,42		3,58	
<b>ORDEN</b>		2		1	
<b>CONTINUAR?</b>		NO		DESARROLLAR	

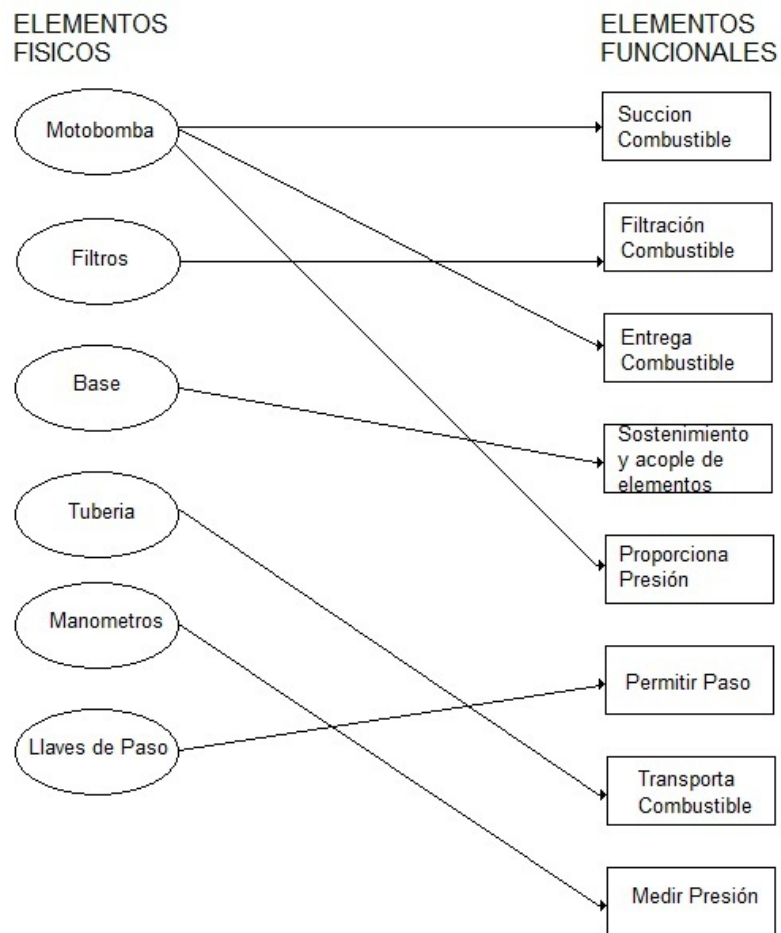
## 6.2.10 Especificaciones Finales

**Cuadro 12. Especificaciones Finales**

No.	Métrica	unidad	Valores
1	Costos	\$	3.101.000
2	Eficiencia	%	90%
3	Fácil Manejo	Subjetivo	Fácil
4	Fácil Mantenimiento	Subjetivo	Fácil
5	Seguridad	Alta/Baja	Alta

**6.2.11 Arquitectura de producto.** La arquitectura de un producto consiste en el arreglo funcional de elementos en conjuntos físicos que constituyen la composición del producto, es decir, la manera en que se encuentran organizados, su función y/o correlación con otros elementos y funciones.

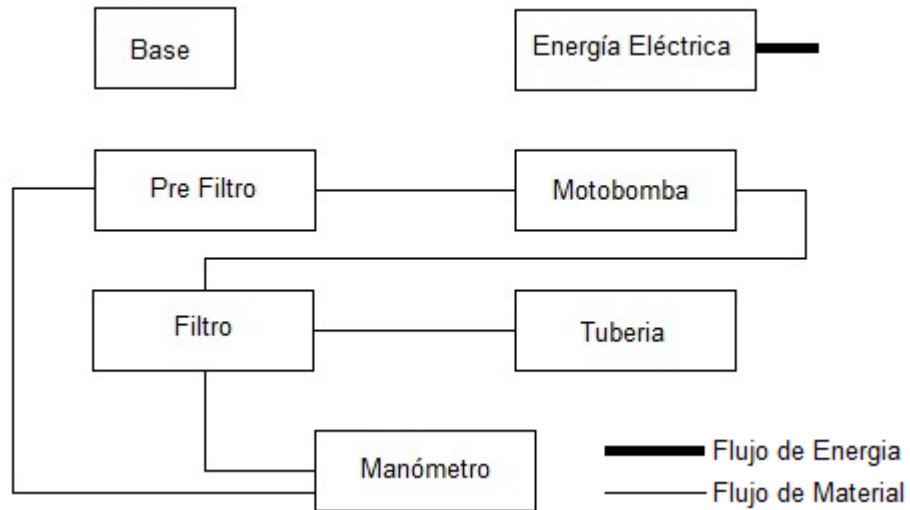
**Figura 18. Elementos Físicos y Funcionales**





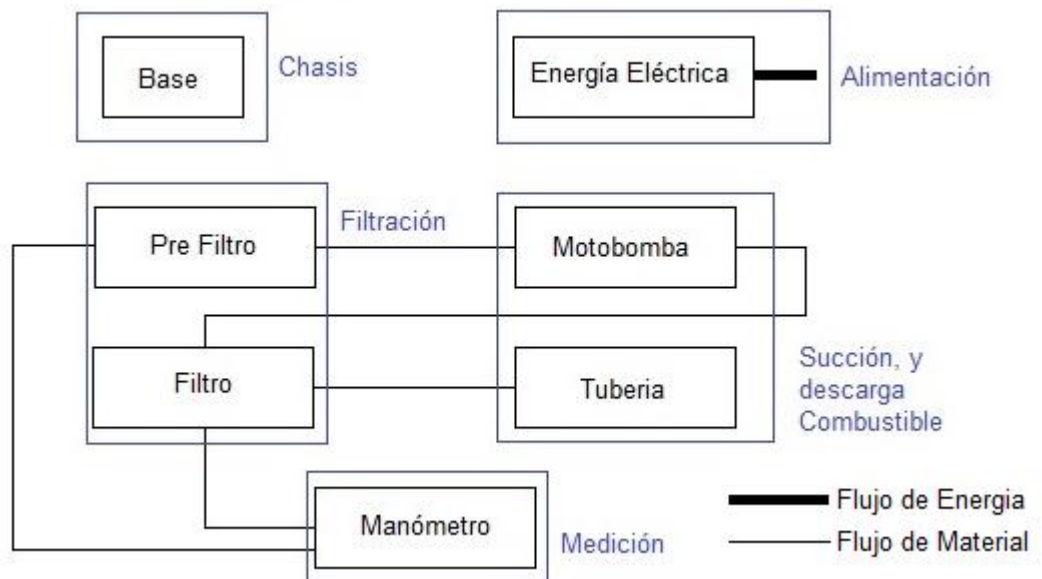
### 6.2.12 Esquema del producto.

Figura 19. Esquema del Producto



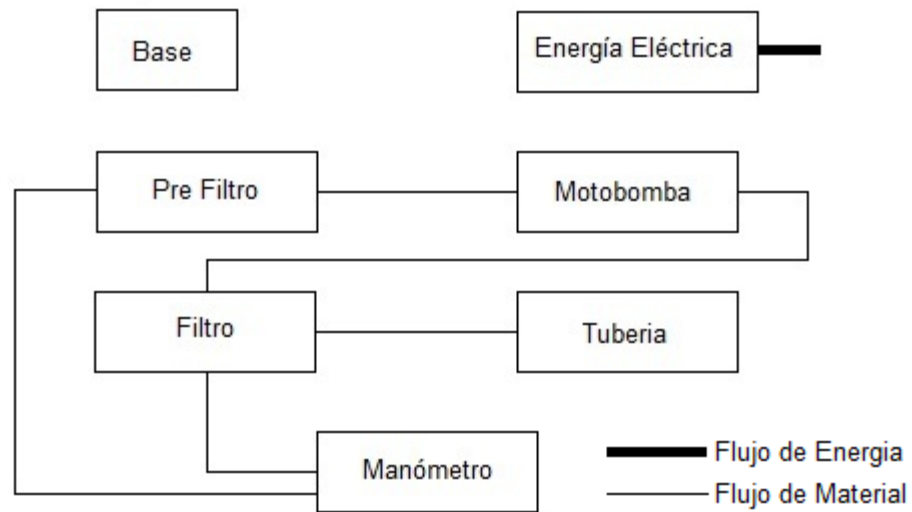
- Agrupación de los elementos del esquema del producto

Figura 20. Agrupación de los elementos del esquema del producto



- **Interacción entre elementos físicos**

**Figura 21. Interacción entre elementos Físicos**



El diagrama anterior muestra que cada interacción entre los elementos es fundamental, por esto cualquier tipo de falla afectaría el proceso de una manera importante.

## 7. DISEÑO INDUSTRIAL

### 7.1 ERGONOMÍA

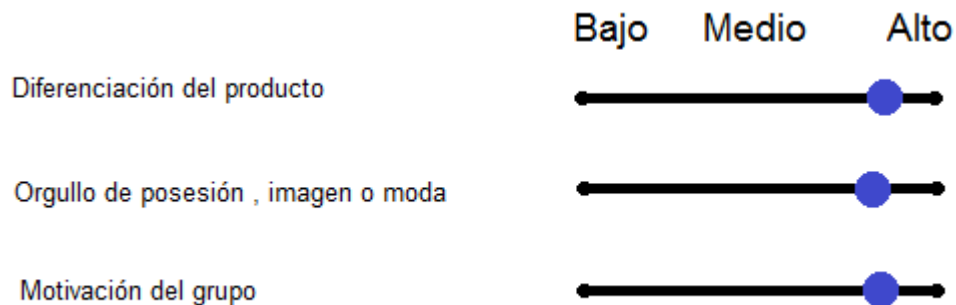
Figura 22. Valoración Ergonómica.



- La facilidad de uso es medio alta, ya que en realidad el equipo es muy práctico y sencillo de manipular, pero se deben tener conocimientos previos acerca de su comportamiento para manipularlo correctamente.
- El equipo es de fácil mantenimiento, por eso su calificación es alta, los repuestos se consiguen a nivel nacional, si se necesitan, además que es de fácil revisión para saber cuando necesita dichos repuestos.
- Debe haber una constante supervisión del operario.
- Las interacciones son muy básicas.
- El equipo está diseñado para que no represente un riesgo para el operador.

### 7.2 ESTÉTICA

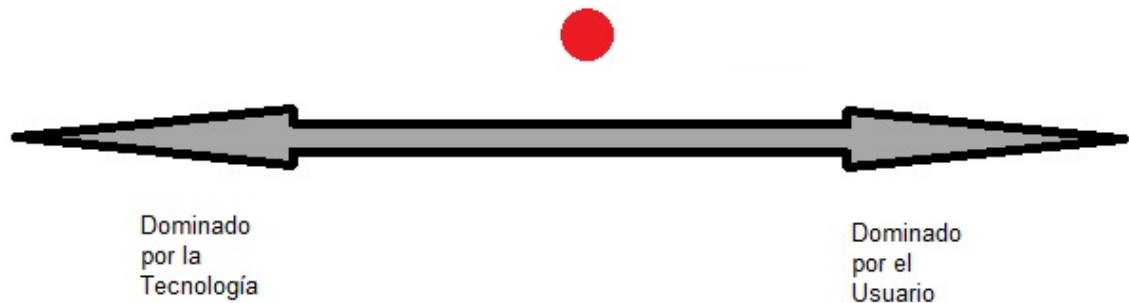
Figura 23. Valoración Estética



- La diferenciación del producto tiene una calificación alta, ya que el hecho de tener este equipo en la empresa es un plus a la hora mostrar los servicios prestados en comparación con la competencia.
- El orgullo de posesión es alto, debido a que en la ciudad la empresa sería la primera en tenerlo. Lo cual hace que se destaque entre sus competidores, y sea un motivo de orgullo.
- El grupo de trabajo estaría motivado, porque es una oferta innovadora en el mercado de este servicio, por lo que causaría reconocimiento entre la competencia, y los clientes.

### 7.3 CLASIFICACION DEPENDIENDO DE LA NATURALEZA DEL PRODUCTO

**Figura 24. Naturaleza del Producto**



## 8. DISEÑO PARA MANUFACTURA

Dada la sencillez de este equipo, todas sus partes se consiguen en el mercado, o pueden ser fabricadas basándose en tablas, y referencias conocidas.

### 8.1 COMPONENTES FUNDAMENTALES DEL EQUIPO

En esta etapa se procederá a seleccionar los componentes del equipo, teniendo en cuenta las especificaciones obtenidas, y el concepto seleccionado.

- **Filtros:** Para seleccionar los filtros se debe tener en cuenta el concepto seleccionado, que sugiere un filtro tipo turbina, para la etapa de filtración. Para el Pre filtro se ordenara la fabricación a la empresa filtros y filtros. Este filtro consta de un elemento filtrante en malla metálica con capacidad para filtrar 30 micrones. Este filtro se selecciona en este material debido a que es el primer elemento filtrante, por lo tanto es el que va a recibir la mayor carga de sólidos, y al ser en este material es posible lavarlo, para seguir utilizándolo por mucho tiempo, este primer filtro también evita la pronta saturación de los otros dos filtros en la siguiente etapa.

#### **Filtros Serie Turbina**

Cuando un motor necesita un elemento de gran capacidad de separación de agua y filtración de combustible, los tipo turbina son los más completos, eficientes y fiables para la protección del motor

#### **Cómo funciona**

- 1.- Cuando entra el combustible, circula alrededor y a través de la turbina centrifugadora haciendo girar las impurezas y gotas de agua. Al ser más pesadas que el combustible, caen en el fondo del recipiente colector.
- 2.- Las pequeñas gotas de agua se esparcen a lo largo de los lados de la cámara y sobre el elemento. Cuando son lo suficientemente pesados, también caen dentro de la cazoleta.
- 3.- A demás de repeler el agua y partículas sólidas, filtra el óxido y las algas del combustible a través de los elementos Aquabloc, ya que son impermeables y permanecen efectivos durante más tiempo

Componentes de aluminio de alto grado y pintura al polvo que garantizan que la corrosión nunca sea un problema.

Abrazadera resistente de un sólo perno duplican la resistencia a la fatiga de las vibraciones.

Vasija de polímero que resiste a los golpes.

Autopurga. Una sola vuelta permite la purga rápida y fácil.

Aquabloc media rechaza el agua y mantiene los motores protegidos del agua, la corrosión y la contaminación.

Las especificaciones son:

Flujo Máximo: 180 GPH

Presión Máxima: 15 psi

Capacidad de Filtración: 2, 10, 30 Micrones.

Para más especificaciones ver anexo A, anexo B, anexo C

**Figura 25. Filtro Tipo Turbina Racor Serie 1000FH**



**Fuente:** Soluciones de filtración para Combustibles, aire e hidrocarburos [en línea]. México [Consultado Agosto 11 de 2009] Disponible en internet : <http://filtrosracor.com.mx/>

- **Motobomba.** Para la selección de la motobomba debemos tener en cuenta los limitantes de los filtros en cuanto a flujo máximo, y presión máxima, además de los requerimientos establecidos, como lo son la alimentación eléctrica y su costo. Conociendo esto podemos decir, que la motobomba que necesitamos debe tener:

- Caudal de 3gpm
- Presión mínima de 1 psi, y máxima de 15 psi
- Alimentación 110 V
- Protección IP55

Para esto consultamos con empresas especializadas en la comercialización de bombas, y la motobomba que cumpliría con nuestra demanda es la que podemos ver en el Anexo D, y Anexo E.

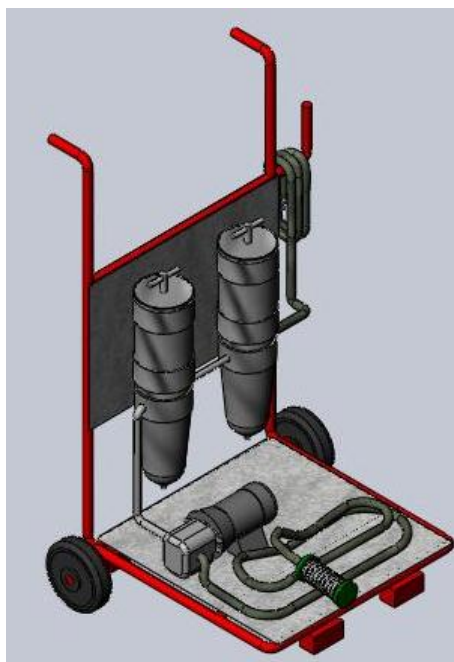
## 8.2 LISTA DE COMPONENTES

**Cuadro 13. Lista de componentes.**

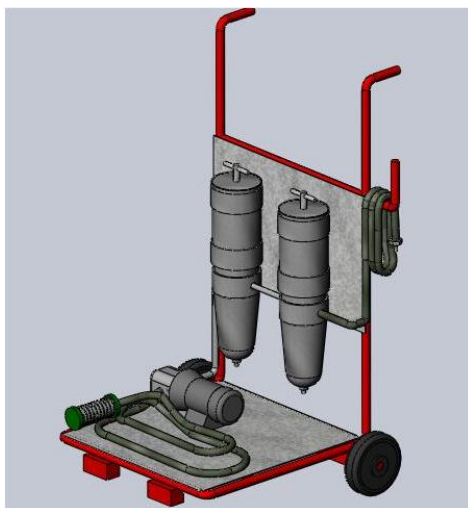
COMPONENTE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	ESTANDAR
Motobomba	1	\$ 1.018.322	\$ 1.018.322	si
Filtro Racor 1000FH	2	\$ 530.000	\$ 1.060.000	si
Filtro Fabricado	1	\$ 522.000	\$ 522.000	No
Estructura de soporte	1	\$ 250.000	\$ 300.000	No
Tubería, Accesorios, y mangueras		\$ 200.000	\$ 200.000	si
		<b>TOTAL</b>	\$ 3.100.322	

## 9. PROTOTIPADO

**Figura 26. Prototipo general vista lateral derecha**

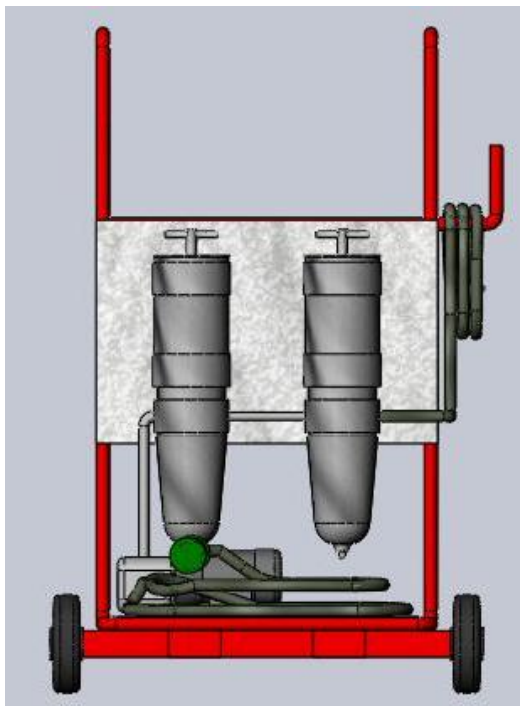


**Figura 27. Prototipo general vista lateral izquierda**





**Figura 28. Prototipo general vista frontal**



## 10. ANALISIS DE COSTO/BENEFICIO CORRESPONDIENTE A LA POSIBLE ELABORACION DEL EQUIPO E IMPLEMENTACION DEL SERVICIO.

Teniendo en cuenta los costos de los componentes y funcionamiento del equipo, los clientes potenciales que puedan llegar con el nuevo servicio a prestar, además de cuánto cobra la competencia por prestar este servicio. Se hará un análisis para determinar si es rentable fabricar el equipo, para esto se realizará el siguiente ejercicio.

**Cuadro 14. Inversión Inicial**

Elemento	Precio
Bomba	\$ 1.019.000
Filtros	\$ 1.582.000
Estructura	\$ 300.000
Mangueras y Accesorios	\$ 200.000
<b>Costo Fabricación</b>	<b>\$ 3.101.000</b>

**Cuadro 15. Gastos de Operación y Mantenimiento**

Gastos de Operación y Mantenimiento		
Concepto	Valor	Unidad/frecuencia
Sueldo Operario	\$ 2.500	\$/hora
Recambio de Elementos filtrantes	\$ 60.000	cada 5 Carros

Según la recolección de información realizada en la primera etapa, el número de clientes promedio en la empresa es de: 64.5 Clientes.

Por medio de la encuesta se sabe que el 70% de estos clientes tomarían el servicio, es decir 45.15 personas.

Después de evaluar la competencia se sabe que cobran un total de ochenta mil pesos (\$80.000) por el servicio realizado manualmente. La empresa decide cobrar Sesenta mil pesos (\$ 60.000), por este servicio.

Para realizar el análisis se deben hallar los siguientes valores:

- Ingresos anuales Promedio:

$$\text{Ingresos anuales promedio} = (\text{Valor a cobrar por servicio}) \times (\text{Número de clientes})$$

$$\Rightarrow \text{Ingresos anuales promedio} = \$ 60.000 \times 45$$

$$\Rightarrow \text{Ingresos anuales promedio} = \$ 2.709.000$$

- Gastos Anuales de operación y mantenimiento:

Los gastos de mano de obra anual se calculan teniendo en cuenta que el tiempo promedio de prestación de servicio es de 1 hora.

Los gastos de mantenimiento anual se determinan considerando que el cambio de filtros hay que realizarlo aproximadamente cada 5 servicios, según recomendación del distribuidor, aunque no es completamente fijo, ya que el filtrado depende de muchos factores.

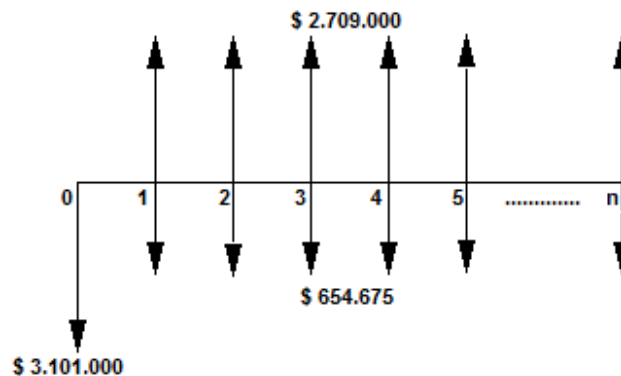
$$\text{Gastos anuales de operación y mantenimiento} = \text{Gastos por Mano de obra anual} + \text{Gastos por mantenimiento anual}$$

$$\Rightarrow (\$ 2.500)(45) + (\$60.000)(45/5)$$

$$\Rightarrow \text{Gastos anuales de operación y mantenimiento} = \$ 654.675$$

Teniendo en cuenta la información anterior, el diagrama de flujo de dinero del proyecto es:

**Figura 29. Diagrama de flujo de dinero.**



- Ingresos netos anuales promedio:

Ya que el análisis se hace anual, este valor se puede hallar con una resta simple entre: Ingresos anuales promedio y Gastos anuales de operación y mantenimiento.

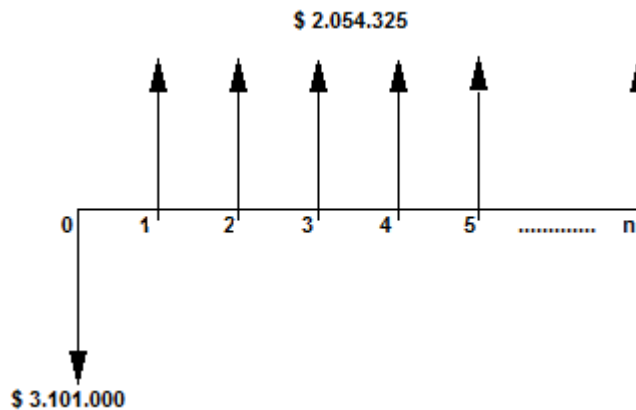
$$\text{Ingresos netos anuales promedio} = \text{Ingresos anuales promedio} - \text{Gastos anuales de operación y mantenimiento}$$

$$\text{Ingresos netos anuales promedio} = \$ 2.709.000 - \$ 654.675$$

$$\text{Ingresos netos anuales promedio} = \$ 2.054.325$$

De esta manera, el flujo de dinero del proyecto será:

**Figura 30. Diagrama de ingreso neto anual.**



- Tiempo de retorno de la inversión:

La información con que se cuenta es la siguiente:

Inversión inicial: \$3.101.000

Ingresos anuales: \$2.054.325

Tasa de rentabilidad esperada: 5%

Para calcular el tiempo de retorno de la inversión se utilizará la ecuación fundamental:  $VPI = VPE$ , con la cual se busca despejar el factor de interés ( $P/A$ ,  $i$ ,  $n$ ):

$$VPI = VPE$$

$$\$2.054.325 (P/A, 5\%, n) = \$3.101.000$$

$$(P/A, 5\%, n) = \frac{\$ 3.101.000}{\$ 2.054.325}$$

$$(P/A, 5\%, n) = 1,509498254$$

Ubicando el valor anterior en la Tabla de Factores de Interés Compuesto a una tasa del 5%, se establece que este factor se encuentra entre  $n=1$  y  $n=2$ , por lo tanto, se concluye que la inversión se recuperaría entre uno (1) y dos (2) años. Ver Anexo F.

- Cálculo del Valor Presente Neto:

Teniendo en cuenta el resultado anterior, se va a calcular el valor presente neto del proyecto a un tiempo  $n$  de 2 años:

$$VPN = VPI - VPE$$

$$VPE = \$ 3.101.000$$

$$VPI = \$ 2.054.325 (P/A, 5\%, 2)$$

$$VPI = \$ 2.054.325 (1,8594)$$

$$VPI = \$ 3.819.812$$

$$VPN = \$ 3.819.812 - \$ 3.101.000$$

$$VPN = \$ 718.812$$

- Relación Beneficio / Costo:

$$B/C = \frac{VPI}{VPE}$$

$$B/C = \frac{\$ 3.819.812}{\$ 3.101.000}$$

$$B/C = 1,231800034$$

Ya que el VPN es positivo y la relación  $B/C > 1$  se puede determinar que el proyecto es viable económicamente.

## 11. CONCLUSIONES

- Se determinó la necesidad que tenía la empresa de implementar un nuevo servicio que complementara los ya prestados por la misma en el campo del mantenimiento de sistemas de inyección diesel.
- Por medio del uso de las herramientas de diseño aprendidas a lo largo de la carrera supimos identificar las necesidades y requerimientos para el diseño de un equipo con el que se pudiera prestar el servicio de una forma más eficiente, y a un costo favorable.
- Se diseñó un equipo competitivo al nivel del servicio prestado, con un costo de fabricación menor al esperado, superando las expectativas de la empresa.
- Después de realizar un análisis de Costo/Beneficio, se estableció que el diseño es factible, los costos son aterrizados, y aunque la recuperación de la inversión no es tan rápida, los beneficios adicionales que se obtienen por tener el equipo, son superiores a la inversión.
- Aunque exista una limitante tan grande en la parte económica, se puede diseñar un equipo que ayude a las personas en sus labores cotidianas de trabajo, obteniendo una ganancia en tiempo incomparable, sin eliminar puestos de trabajo.
- Se diseñó un equipo con una facilidad de manejo relativa, extremadamente eficiente, de un bajo consumo de tiempo en mantenimiento, y que brinda una solución inmediata a una necesidad, no sólo de la empresa. sino de todas las empresas especializadas en este campo para complementar sus servicios y brindar una gama más amplia en sus portafolios.

## BIBLIOGRAFIA

**GUEVARA LOPEZ, Luis Alfonso.** Lo que sucede cuando se quema combustible diesel. En Asuntos Diesel: Diesel limpio para su camión. Agosto, 2009. No. 22, p. 6 – 7.

Manual del automóvil Reparación y mantenimiento: El motor diesel. Edición 2003. Madrid: Cultural S.A. 269 p.

Manual del automóvil Reparación y mantenimiento: Motor diesel y embrague. Edición 2003. Madrid: Cultural S.A. 255p.

Motores diesel automotrices: Manual de operación y mantenimiento internacional. Boletín No. 3379926-01. México. 1978.

**SANTOS ISAZA, Fernando.** Causas, impacto y prevención de la contaminación microbial del diesel - Parte I. En Asuntos Diesel: Diesel + Agua : Otra solución en proceso. Abril, 2009. No. 20. p 18 – 20.

-----, Contaminación microbial del diesel – Parte II. En Asuntos Diesel: Trabajo en equipo, los beneficios de asociarse. Junio, 2009. No. 21. p 18 – 20.

-----, -----, – Parte III. En Asuntos Diesel: Diesel limpio para su camión. Agosto, 2009. No. 22. p 14 – 15.

-----, La importancia de limpiar los tanques diesel. En Asuntos Diesel: Un campo para el agro. Abril, 2008. No. 14. p. 22 - 23.

**TAFUR A., Leonardo.** Editorial: La nueva promesa del diesel ecológico. En Asuntos Diesel: Turbos de geometría variable, filtros de aceite para motores diesel, las llantas de un F1. Diciembre, 2007. No. 12. p. 3.

## ANEXOS

### Anexo A. Tabla especificaciones técnicas del filtro

Specifications	500FG	900FH	1000FH
<b>Maximum Flow Rate:</b> (one unit online) (two units online) (three units online)	60 GPH (227 LPH) N/A N/A	90 GPH (341 LPH) N/A N/A	180 GPH (681 LPH) N/A N/A
<b>Port Size (female threads)</b>	3/4"-16 UNF (SAE J1926)	7/8"-14 UNF (SAE J1926)	7/8"-14 UNF (SAE J1926)
<b>Min. Service Clearance:</b> (above assembly) (below assembly)	5.0 in. (12.7 cm) 2.0 in. (5.1 cm)	7.5 in. (19.1 cm) 2.0 in. (5.1 cm)	10.0 in. (25.4 cm) 2.0 in. (5.1 cm)
<b>Replacement Element:</b> (2 micron) (10 micron) (30 micron)	(1 Per Assembly) 2010SM-OR 2010TM-OR 2010PM-OR	(1 Per Assembly) 2040SM-OR 2040TM-OR 2040PM-OR	(1 Per Assembly) 2020SM-OR 2020TM-OR 2020PM-OR
<b>Height</b>	11.5 in. (29.2 cm)	17.0 in. (43.2 cm)	22.0 in. (55.9 cm)
<b>Depth</b>	4.8 in. (12.2 cm)	7.0 in. (17.8 cm)	7.0 in. (17.8 cm)
<b>Width</b>	5.8 in. (14.7 cm)	6.0 in. (15.2 cm)	6.0 in. (15.2 cm)
<b>Weight (dry)</b>	4.0 lb (1.8 kg)	6.0 lb (2.7 kg)	10.0 lb (4.5 kg)
<b>Clean Pressure Drop</b>	0.25 PSI (1.7 kPa)	0.30 PSI (2.1 kPa)	0.43 PSI (3.0 kPa)
<b>Maximum Pressure<sup>1</sup></b>	15 PSI (1 bar)	15 PSI (1 bar)	15 PSI (1 bar)
<b>Water In Bowl Capacity: (per bowl)</b>	3.7 oz (109 ml)	10.3 oz (305 ml)	10.3 oz (305 ml)
<b>Available Options:<sup>2</sup></b> (water detection kit) (12 or 24 volt dc heater) (vacuum gauge)	Yes Yes Yes	Yes Yes Yes	Yes Yes Yes
<b>H<sub>2</sub>O Removal Efficiency</b>	99%		
<b>Operating Temperature</b>	-40° to +255°F / -40° to +124°C		



## Anexo B. Identificación de las partes del filtro

### Replacement Parts

1000FH

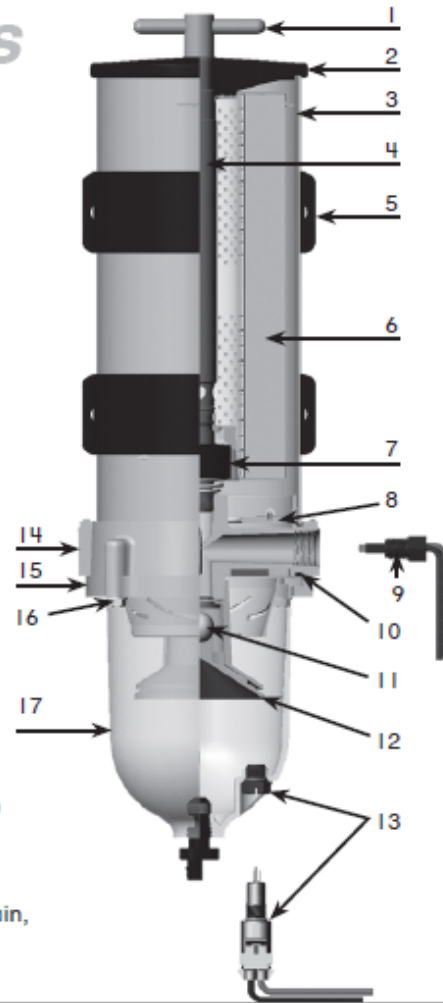
Part Number

Description

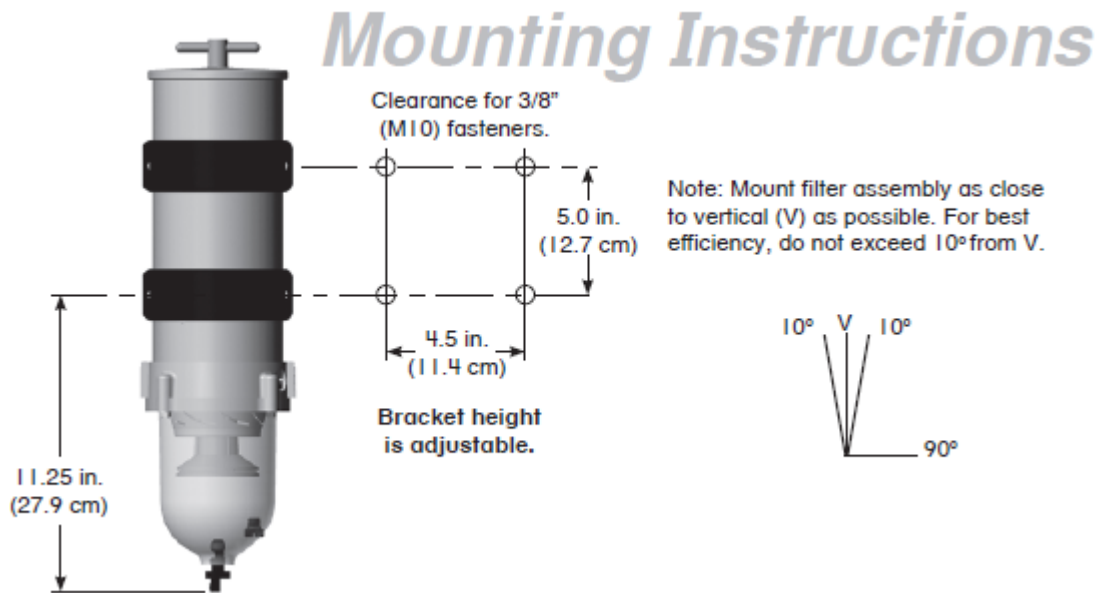
1. RK11-1945 T-handle and O-ring Kit (9/16"-18 UNF Threads)
- 11350 T-handle O-ring
2. RK11-1927-01 Lid and Gasket Kit
- 11007 Lid (and Bowl) Gasket
3. RK11021-03 Outer Cylinder Kit
4. RK11-1930 Return Tube Kit
5. RK11815-103 Mounting Bracket (includes bracket hardware)
6. (All replacement elements include seals)
  - 2020SM-OR 2 Micron Element
  - 2020TM-OR 10 Micron Element
  - 2020PM-OR 30 Micron Element
7. RK11-1953 Valve, Spring & O-ring Kit
8. (Heater kits include item #9)
  - RK11-1800-01<sup>1</sup> Heater (12 vdc, 300 watt)
  - RK11-1800-02<sup>1</sup> Heater (24 vdc, 300 watt)
9. RK21067 Feed-thru Assy (for heater)
- RK11-1679 Feed-thru Plug (not shown)
10. 11007 Bowl (and Lid) Gasket
11. RK11028B Check Ball with Seal
12. RK11-1939 Centrifuge/Conical Baffle
13. RK32204<sup>2</sup> Water Sensor Probe
- RK22838 Water Probe Port Plug
14. RK11-1776-01 Body Kit (with 7/8"-14 UNF Ports)
- RK11-1776-02 Body Kit (with 22M X 1.5 Ports)
15. RK11037A Bowl Ring (5" diameter)
16. RK11542 Capscrew Kit (quantity - 4)
17. RK11-1938 Clear Bowl Kit (includes bowl, drain, bowl gasket and probe plug)

Additional Parts (not shown)

RK11-1952 Complete Seal Service Kit



## Anexo C. Instrucciones para el montaje del filtro



#### **Anexo D. Especificaciones, y partes de la motobomba**

MODEL LP50P18Q12

MAX FLOW = 18 qt/min (17liter/min)

MAX PRESSURE = 50 psi (3.4 bar)

NOMINAL CURRENT DRAW = 39 amps @ 12VDC

10 ITM. PART

<b>N°</b>	<b>Ref.</b>	<b>Description</b>	<b>QTY</b>
1	702F3400	Elbow 3/4" NPT	1
2		Incl. w/motor Motor Mounting Bracket	1
3	LP50H0027	Quick-Detach Bung Adapter	1
4	1200KTG7743	Suction Pipe 1" (Include items 5-6)	1
5	VP1400F7687	Suction Pipe 1" PVC Extension	2
6	VP1400F7686	Suction Pipe 1" PVC, Assembly	1
7	LP50G9987	Hose 3/4" ID X 8 feet long	1
8	6U075	3/4" Manual Nozzle	1
9	LP50H0090	Nozzle Cover	1
10	300F7751	Screw 5/16-18 x 1/2" (Nozzle Cover)	2

Items A to E from page 8

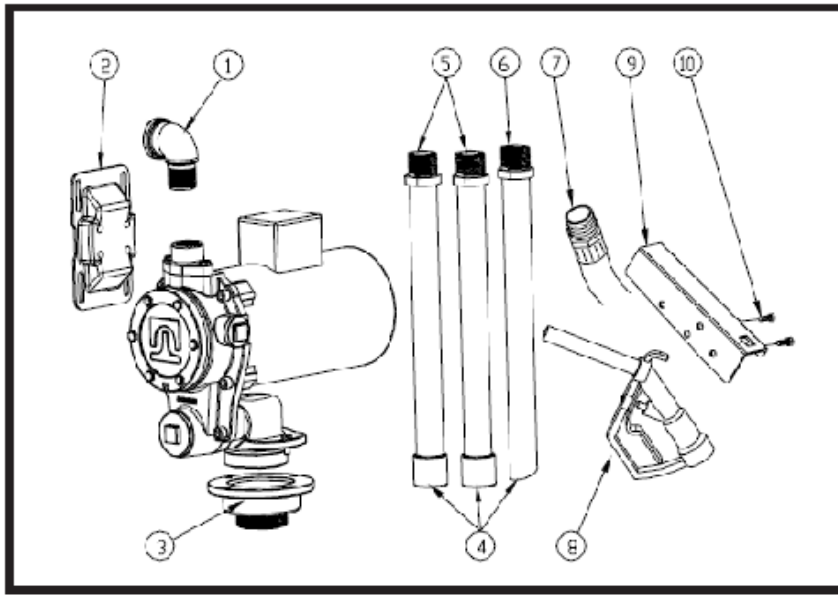
A LP50G9957 Motor 1/2 HP, 12VDC, 1700 rpm 1

B LP50G9977 Bypass Spring 1

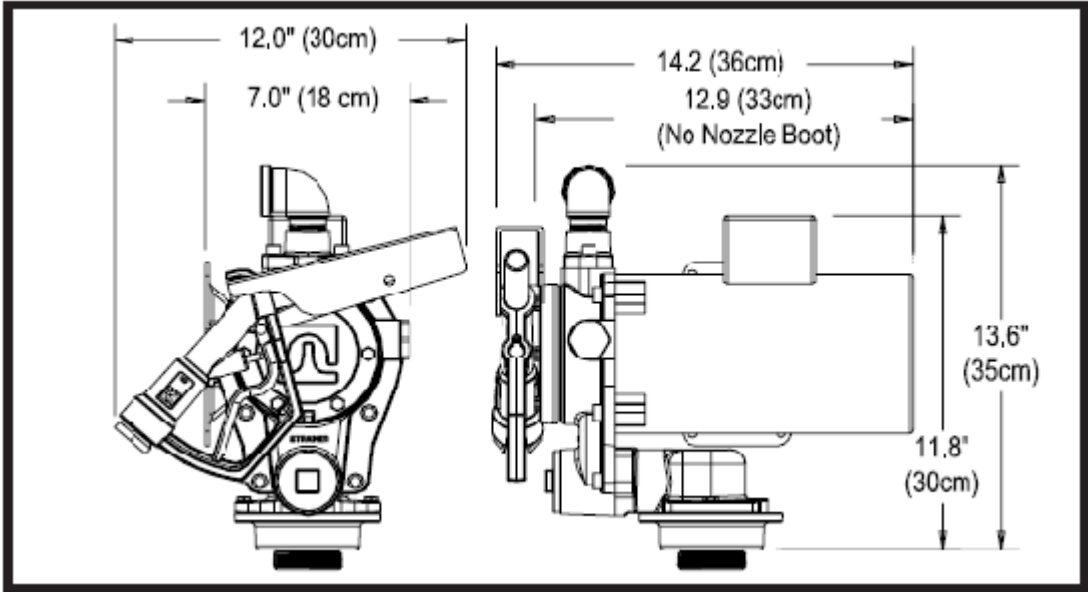
C LP50G9922 Pump Housing 1

D LP50G9980 Check Valve Assembly 1

E LP50G9944 Gear Set 1



**Anexo E. Dimensiones motobomba**



## Anexo F. Tabla factores de interés compuesto

FACTORES DE INTERES COMPUESTO AL i = 5,00%										
n	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,n)	(P/A,i,n)	(F/A,i,n)	(A/F,i,n)	(P/G,i,n)	(F/G,i,n)	(A/G,i,n)	n
1	1,0500	0,9524	1,0500	0,9524	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1
2	1,1025	0,9070	0,5378	1,8594	2,0500	0,4878	0,9070	1,0000	0,4878	2
3	1,1576	0,8638	0,3672	2,7232	3,1525	0,3172	2,6347	3,0500	0,9675	3
4	1,2155	0,8227	0,2820	3,5460	4,3101	0,2320	5,1028	6,2025	1,4391	4
5	1,2763	0,7835	0,2310	4,3295	5,5256	0,1810	8,2369	10,5126	1,9025	5
6	1,3401	0,7462	0,1970	5,0757	6,8019	0,1470	11,9680	16,0383	2,3579	6
7	1,4071	0,7107	0,1728	5,7864	8,1420	0,1228	16,2321	22,8402	2,8052	7
8	1,4775	0,6768	0,1547	6,4632	9,5491	0,1047	20,9700	30,9822	3,2445	8
9	1,5513	0,6446	0,1407	7,1078	11,0266	0,0907	26,1268	40,5313	3,6758	9
10	1,6289	0,6139	0,1295	7,7217	12,5779	0,0795	31,6520	51,5579	4,0991	10
11	1,7103	0,5847	0,1204	8,3064	14,2068	0,0704	37,4988	64,1357	4,5144	11
12	1,7959	0,5568	0,1128	8,8633	15,9171	0,0628	43,6241	78,3425	4,9219	12
13	1,8856	0,5303	0,1065	9,3936	17,7130	0,0565	49,9879	94,2597	5,3215	13
14	1,9799	0,5051	0,1010	9,8986	19,5986	0,0510	56,5538	111,9726	5,7133	14
15	2,0789	0,4810	0,0963	10,3797	21,5786	0,0463	63,2880	131,5713	6,0973	15
16	2,1829	0,4581	0,0923	10,8378	23,6575	0,0423	70,1597	153,1498	6,4736	16
17	2,2920	0,4363	0,0887	11,2741	25,8404	0,0387	77,1405	176,8073	6,8423	17
18	2,4066	0,4155	0,0855	11,6896	28,1324	0,0355	84,2043	202,6477	7,2034	18
19	2,5270	0,3957	0,0827	12,0853	30,5390	0,0327	91,3275	230,7801	7,5569	19
20	2,6533	0,3769	0,0802	12,4622	33,0660	0,0302	98,4884	261,3191	7,9030	20
21	2,7860	0,3589	0,0780	12,8212	35,7193	0,0280	105,6673	294,3850	8,2416	21
22	2,9253	0,3418	0,0760	13,1630	38,5052	0,0260	112,8461	330,1043	8,5730	22
23	3,0715	0,3256	0,0741	13,4886	41,4305	0,0241	120,0087	368,6095	8,8971	23
24	3,2251	0,3101	0,0725	13,7986	44,5020	0,0225	127,1402	410,0400	9,2140	24
25	3,3864	0,2953	0,0710	14,0939	47,7271	0,0210	134,2275	454,5420	9,5238	25
26	3,5557	0,2812	0,0696	14,3752	51,1135	0,0196	141,2585	502,2691	9,8266	26
27	3,7335	0,2678	0,0683	14,6430	54,6691	0,0183	148,2226	553,3825	10,1224	27
28	3,9201	0,2551	0,0671	14,8981	58,4026	0,0171	155,1101	608,0517	10,4114	28
29	4,1161	0,2429	0,0660	15,1411	62,3227	0,0160	161,9126	666,4542	10,6936	29
30	4,3219	0,2314	0,0651	15,3725	66,4388	0,0151	168,6226	728,7770	10,9691	30
32	4,7649	0,2099	0,0633	15,8027	75,2988	0,0133	181,7392	865,9766	11,5005	32
34	5,2533	0,1904	0,0618	16,1929	85,0670	0,0118	194,4168	1021,3392	12,0063	34
36	5,7918	0,1727	0,0604	16,5469	95,8363	0,0104	206,6237	1196,7265	12,4872	36
38	6,3855	0,1566	0,0593	16,8679	107,7095	0,0093	218,3378	1394,1909	12,9440	38
40	7,0400	0,1420	0,0583	17,1591	120,7998	0,0083	229,5452	1615,9955	13,3775	40
42	7,7616	0,1288	0,0574	17,4232	135,2318	0,0074	240,2389	1864,6350	13,7884	42
44	8,5572	0,1169	0,0566	17,6628	151,1430	0,0066	250,4175	2142,8601	14,1777	44
46	9,4343	0,1060	0,0559	17,8801	168,6852	0,0059	260,0844	2453,7033	14,5461	46
48	10,4013	0,0961	0,0553	18,0772	188,0254	0,0053	269,2467	2800,5079	14,8943	48
50	11,4674	0,0872	0,0548	18,2559	209,3480	0,0048	277,9148	3186,9599	15,2233	50
55	14,6356	0,0683	0,0537	18,6335	272,7126	0,0037	297,5104	4354,2524	15,9664	55
60	18,6792	0,0535	0,0528	18,9293	353,5837	0,0028	314,3432	5871,6744	16,6062	60
65	23,8399	0,0419	0,0522	19,1611	456,7960	0,0022	328,6910	7835,9602	17,1541	65
70	30,4264	0,0329	0,0517	19,3427	588,5285	0,0017	340,8409	10370,5702	17,6212	70
75	38,8327	0,0258	0,0513	19,4850	756,6537	0,0013	351,0721	13633,0744	18,0176	75
80	49,5614	0,0202	0,0510	19,5965	971,2288	0,0010	359,6460	17824,5764	18,3526	80
90	80,7304	0,0124	0,0506	19,7523	1594,6073	0,0006	372,7488	30092,1460	18,8712	90
100	131,5013	0,0076	0,0504	19,8479	2610,0252	0,0004	381,7492	50200,5031	19,2337	100
110	214,2017	0,0047	0,0502	19,9066	4264,0338	0,0002	387,8619	83080,6769	19,4841	110
120	348,9120	0,0029	0,0501	19,9427	6958,2397	0,0001	391,9751	136764,7943	19,6551	120